

TARTU ÜLIKOOL

Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Annika Ruven

I tüübi diabeet ja kehaline aktiivsus lapse- ja noorukieas

Bakalaureusetöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja: Raivo Puhke PhD

Tartu 2013

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. I TÜÜBI DIABEET	4
2. KEHALISE AKTIIVSUSE MÕJU I TÜÜBI DIABEETIKULE	5
2.1 Kehalise aktiivsuse mõju südame ja veresoonkonnale	5
2.2 Kehalise aktiivsuse mõju luu ainevahetusele	6
2.3 Kehalise aktiivsuse tähtsus mikrovaskulaarsete tüsistuste ennetamisel ja kontrolli all hoidmisel	7
2.4 Kehalise aktiivsuse mõju funktsionaalsetele näitajatele	9
3. KEHALISE KOORMUSEGA SEOTUD KOMPLIKATSIOONID	11
3.1 Hüpoglükeemia	11
3.1.1 Kehaline koormus ja hüpoglükeemia	12
3.2 Hüperglükeemia ja ketoatsidoos	14
3.2.1 Kehaline koormus ja hüperglükeemia	14
4. KEHALISE KOORMUSEGA SEOTUD KOMPLIKATSIOONIDE ENNETAMINE	16
4.1 Veresuhkru monitooring	16
4.2 Toitumine	17
4.2.1 Koormuseelne toitumine	18
4.2.2 Koormusaegne toitumine	18
4.2.3 Koormusjärgne toitumine	20
4.3 Muudatused insuliini manustamises	20
5. REGULAARNE OSALEMINE TREENINGUTEL	22
5.1 Aeroobne treening	25
5.2 Anaeroobne treening	26
KOKKUVÕTE	28
KASUTATUD KIRJANDUS	30
SUMMARY	35

SISSEJUHATUS

Diabeet on krooniline ainevahetushaigus, millele on iseloomulik kõrge veresuhkrutase. Veresuhkrutase tõusu põhjustab insuliini toime nõrgenemine, vähenemine või puudulikkus. Kaks levinumat diabeedi tüüpi on I tüübi ehk insuliinsõltuv ja II tüübi ehk insuliinsõltumatu diabeet. I tüübi diabeeti põhjustab autoimmuunne protsess, mille käigus immunsussüsteem ründab pankreases asuvaid insuliini tootvaid beetarakkusid. Beetarakkude vähenedes ei suuda pankreas enam piisavas koguses insuliini toota ning veresuhkru taset kontrolli all hoida. Haigus avaldub tavaliselt lapse- või noorukieas ning põhjusteks peetakse nii geneetilist eelsoodumust kui keskkonnategureid.

Laste ja noorukite haigestumine I tüübi diabeeti on tõusuteel. Iga aastaga suureneb maailmas alla 15-aastaste laste haigestumus keskmiselt 3–4% võrra (Patterson jt., 2012). Eriti kiiresti on haigestumine tõusnud Kesk- ja Ida-Euroopa riikides, kus varasemalt oli see näitaja madal. Eestis on haigestumine I tüübi diabeeti suurenenud 3,3% võrra ning haigus avaldub järjest noorematel (Teeäär jt., 2010). Haigestumise sagedust on püütud põhjendada keskkonnateguritega sealhulgas muutunud toitumisharjumuste ja vähenenud kehalise aktiivsusega. Eesti puhul võib haigestumist suurendavateks teguriteks lugeda ka taasiseseisvumisperioodi aegseid sotsiaalseid ja majanduslikke raskusi (Teeäär jt., 2010).

I tüübi diabeedi puhul on oluline hoida veresuhkrut võimalikult lähedasena normaalsele tasemele (4–10 mmol/l). Liiga madal või kõrge veresuhkur suurendab riski komplikatsioonide tekkeks. Normilähedase veresuhkru taseme saavutamiseks ning säilitamiseks on oluline roll ka regulaarsel kehalisel aktiivsusel (Salem jt., 2010). Kehaline tegevus on üks lihtsamaid ja kättesaadavamaid võimalusi haigust edukalt kompenseerida. Teadmised kehalise aktiivsuse tervistavast mõjust, võimalikest komplikatsioonidest ning nende vältimiseks julgustavad I tüübi diabeetikute lapsi, noorukeid ja nende vanemaid regulaarsemalt osa võtma kehalistest tegevustest. Tänu sellele on võimalik tagada I tüübi diabeeti põdevate laste ja noorukite parem tervislik seisund, elukvaliteet ja pikem eluiga.

1. I TÜÜBI DIABEET

Organismi esmane ja peamine energiaallikas on glükoos. Selleks, et rakud saaksid veres ringlevat glükoosi kasutada, on vajalik insuliin. Insuliin on valguline hormoon, mille abil toimub glükoosi transport rakkudesse. Kui glükoosi tase vereplasmas tõuseb, suureneb insuliini sekretsioon. Vabanenud insuliin langetab glükoosi taset, vähendades glükogenolüüsi ja glükoosi transporti maksa ning suurendades glükoosi kasutuselevõttu skeletilihastes ja rasvkoes. I tüübi diabeedi korral on endogeense insuliini tootmine vähenenud või lakanud. Organism ei ole võimeline varustama rakke glükoosiga ning reguleerima veresuhkru taset. Kuna organismi füsioloogiline mehhanism ei toimi, sõltuvad I tüübi diabeetikud eksogeensest insuliinist.

I tüüpi diabeeti ei ole võimalik välja ravida, kuid haiguse hea kompensatsiooni korral on võimalik elada täisväärtuslikku elu. Haiguse kontrolli all hoidmiseks on vajalik saavutada hea metaboolne kontroll (Shugart jt., 2010). Metaboolse kontrolli jälgimiseks kasutatakse glükohemoglobiini (HbA1c) testi. HbA1c test mõõdab viimase 2–3 kuu keskmist veresuhkru taset ning võimaldab kõige usaldusväärsemaid andmeid metaboolse kontrolli kohta. Normaalne HbA1c vahemik on 4,0–6,1%. Kõrgemad HbA1c väärtused viitavad kõrgemale veresuhkru tasemele ning seega puudulikule metaboolsele kontrollile. Praktikas on normväärtust keeruline saavutada, mistõttu loetakse heaks metaboolseks kontrolliks HbA1c väärtust alla 8% (Patiño-Fernández jt., 2010).

Head metaboolset kontrolli aitab saavutada ja säilitada regulaarne kehaline aktiivsus (D'hooge jt., 2011; Salem jt., 2010). Regulaarse kehalise aktiivsuse mõju glükeemia kontrollile on kohati vastuoluline ning mõju HbA1c tasemele ainult teatud tingimustel. On leitud, et kehaline aktiivsus mõjutab HbA1c taset ainult juhul kui tegeletakse kehaliste tegevustega keskmiselt üks tund päevas (Salvatoni jt., 2005) või vähemalt 120–480 tundi nädalas (Bernardini jt., 2004). Samuti on leitud, et kehaliste tegevuste tihedus (2–3 korda nädalas) on seotud parema glükeemia kontrolliga (Herbst jt., 2006). Erinevad tulemused võivad olla põhjustatud hüpoglükeemia vältimiseks vähendatud insuliini annusest või liigsest lisasüsivesikute kogusest (Robertson jt., 2009).

2. KEHALISE AKTIIVSUSE MÕJU I TÜÜBI DIABEETIKULE

Kehalise aktiivsuse all mõistetakse skeletilihaste abil sooritatud liigutusi, mis kutsuvad esile energiakulu üle rahulolekutaseme. Regulaarne kehaline aktiivsus on terve ja täisväärtusliku elu üks tähtsamaid komponente. Selle mõjul aktiveerub südame-veresoonkond, paraneb organismi hapnikuga varustatus, ainevahetusprotsessid ning tugevneb lihasaparaat.

I tüüpi diabeetikutele on kasulik kehaliselt aktiivne eluviis. Haigusele iseloomuliku pikaajalise kõrge veresuhkru taseme tõttu suureneb risk mikro- ja makrovaskulaarsete tüsistuste tekkeks. Regulaarne kehaline aktiivsus aitab veresuhkru taset kontrolli all hoida ning seeläbi edasi lükata tüsistuste väljakujunemist või aeglustada nende süvenemist (Salvatoni jt., 2005; Valerio jt., 2007).

Peale füsioloogiliste mõjutuste kaasneb kehalise aktiivsusega ka hea enesetunne ja rahulolu. On leitud, et I tüüpi diabeetikutel on suurem oht psüühikahäireks nagu ärevus ja depressioon. Psüühikahäirega noorukil on kaks korda tõenäolisemalt ka puudulik metaboolne kontroll (Bernstein jt., 2013). Regulaarne kehaliselt aktiivne eluviis aitab vähendada depressiooni ja stressi (Hassmén jt., 2000). Kehalised tegevused võimaldavad I tüüpi diabeeti põdevatel lastel ja noorukitel olla sotsiaalselt aktiivsed, leida sõpru ning suhelda eakaaslastega. Parem vaimne ja sotsiaalne tervis on kroonilist haigust põdeva lapse ja nooruki puhul eriti oluline (Riddell ja Iscoe, 2006).

2.1 Kehalise aktiivsuse mõju südame ja veresoonkonnale

Puudulikust metaboolsest kontrollist tulenev pikaajaline kõrge veresuhkru tase kutsub esile veresoonte arteroskleroosilisi muutusi. Arterid sidekoestuvad ning võivad lubjastuda, mistõttu tekib veresoonte ahenemine ning arterite seinad muutuvad jäigaks ja rabedaks. Seega on I tüüpi diabeetikutel suurenenud risk haigestuda südame ja veresoonkonna haigustesse (Krantz jt., 2004). Puuduliku metaboolse kontrolli kõrval suurendab südame ja veresoonkonna haiguste riski ka kõrge vererõhk, suitsetamine, vähene kehaline aktiivsus, ebatervislik toitumine, kõrge kolesterooli tase ja ülekaalulisus (WHF, 2013). On leitud, et 86%-l I tüüpi diabeeti põdevatel noorukitel oli esindatud vähemalt üks südame ja veresoonkonna haiguse

riskifaktor, 45%-l vähemalt kaks ja 15%-l vähemalt kolm riskifaktorit (Margeirsdottir jt., 2008).

Regulaarne kehaline aktiivsus aitab vähendada südame ja veresoonekonna haiguste tekkeriski. Madalam haiguse risk on oluline, sest I tüüpi diabeetikutel on kaks korda suurem tõenäosus haigestuda tõsisesse kardiovaskulaarsesse haigusesse ning 2–4 korda suurem risk surra tekkivatesse komplikatsioonidesse võrreldes üldise populatsiooniga. Kehaliselt aktiivne elustiil aitab vähendada seda riski hinnanguliselt 35–50% (Hayes jt., 2008). Kehalisel aktiivsusel paraneb lipiidide profiil, väheneb kehakaal, rasvaprotsent, kehamassiindeks ning kõhuümbermõõt. Alanev vererõhk, vere üldkolesterooli ja LDL- kolesterooli sisaldus avaldavad positiivset mõju südame ja veresoonekonna tervisele (Hayes jt., 2008; Salem jt., 2010; Valerio jt., 2007).

Kuigi veresoonekonna tüsistused lapse- ja noorukieas on haruldased võib esmaseid funktsionaalseid ja strukturealseid kõrvalikaldeid esineda juba haiguse algstaadiumis. Lapse- ja noorukieas tuleks tähelepanu pöörata põhjalikule riskifaktoritega seotud teavituse- ja ennetustööle ning tervislike eluviiside juurutamisele. Selle abil on võimalik ennetada südame ja veresoonekonna haiguste varajast teket (Donaghue jt., 2009).

2.2 Kehalise aktiivsuse mõju luu ainevahetusele

I tüüpi diabeet mõjutab luu ainevahetust. Haiguse tõttu häirub luude mineralisatsioon, mistõttu väheneb luutihedus ning luud muutuvad hapraks, hõredaks ning murduvad kergesti. Põhjusteks võivad olla vähenenud osteoplastide arv, insuliini ja insuliinisarnase kasvufaktori puudulikkus, hüperglükeemia tõttu suurenenud kaltsiumi eritumine organismist või häired D-vitamiini metabolismis (Heilman, 2009). Samuti on leitud, et I tüüpi diabeetikutel on märgatavalt madalam osteokaltsiini tase (Maggio jt., 2010 A). Osteokaltsiin on mittekollageenne luu valk, millel on oluline osa luu kasvu regulatsioonis ja mineraalide korrektsel ladestumisel luukoes. Ka puudulik metaboolne kontroll on seotud madalama luutihedusega (Heilman, 2009).

Muutused luukoes algavad juba haiguse algstaadiumis. Kuna I tüüpi diabeet avaldub enamasti lapse-ja noorukieas, siis häirunud luu ainevahetuse tõttu ei pruugita saavutada

puberteedi lõpuks maksimaalset luutihedust. Kui luutihedus hakkab peale stabiilset perioodi langema ning algne luutihedus on liiga väike või luukoe kadu liiga suur tekib osteoporoos. Osteoporoosi tõttu tekivad ohtlikud aeglaselt paranevad luumurrud, valud lülisambas ja selgrootülite kokkuvajumine. Taoline haigusseisund mõjutab märgatavalt inimese elukvaliteeti (Heilman, 2009; Maggio jt., 2010 A).

Regulaarne kehaline aktiivsus aitab vähendada I tüüpi diabeedi mõju luu ainevahetusele. Kehalise aktiivsuse abil paraneneb luude mineralisatsioon ja suureneb luutihedus ning väheneb osteoporoosi risk (Maggio jt., 2010 A). Positiivsete mõjutuste saavutamiseks tuleks jätkata või alustada kehaliselt aktiivset eluviisi haiguse algstaadiumis. Eriti oluline on säilitada regulaarne kehaline aktiivsus puberteedieas, kui toimub skeleti luustumine. Luude mineralisatsiooni parandamiseks soovitatakse regulaarseid oma keharaskusega sooritatavaid harjutusi (180 minutit nädalas), sealhulgas pallimänge, hüppeharjutusi ja võimlemist (Maggio jt., 2012).

2.3 Kehalise aktiivsuse tähtsus mikrovaskulaarsete tüsistuste ennetamisel ja kontrolli all hoidmisel

I tüüpi diabeedile iseloomulik pikaajaline kõrge veresuhkru tase kahjustab väikesi veresoone kogu organismis. Haiguse tüsistusena ilmnevad kahjustused silmades, neerudes ja perifeersetes närvides (Stehno-Bittel, 2012). Põhilised mikrovaskulaarsed tüsistused on retinopaatia, nefropaatia ja neuropaatia.

Retinopaatia puhul on tegemist silmavõrkkesta kahjustustega. I tüüpi diabeedist tingitud veresoonte kiirenenud ateroskleroos mõjutab veresoonte seinte elastsust ja tugevust. Selle tõttu võivad veresooned lõhkeda, silmapõhja tekkida verevalumid või armkude, mille tagajärjel halveneb nägemine ning on oht pimedaks jääda. Retinopaatiat ei ole võimalik vältida, kuid hea metaboolse kontrolli saavutamine, ülekaalu vältimine ja vererõhu kontrolli all hoidmine aitavad edasi lükata tüsistuste teket. Siinkohal on kehalisel aktiivsusel oluline ennetav roll. Regulaarse kehalise aktiivsuse abil saavutatakse ja säilitatakse hea metaboolne kontroll, väheneb kehakaal ja rasvaprotsent ning alaneb vererõhk. Retinopaatia diabeetikud peaksid eelistama madala intensiivsusega tegevusi. Vältida tuleks kõrge intensiivsuse ja

raskete koormustega tegevusi, mis tõstavad silmasisest rõhku, mille tõttu suureneb risk võrkkesta irdumiseks ja klaaskeha verejooksuks (Giannini jt., 2006; Shugart jt., 2010).

Nefropaatia on progresseruv neerufunktsiooni halvenemine. Kõrge veresuhkru tõttu ummistuvad väikesed veresooned ja võib tekkida neerupuudulikkus. Nefropaatia riskifaktoriteks on ka krooniline kõrge vererõhk ja kõrge kolesterooli tase. Kuigi nefropaatia esineb enamasti pikka aega haigust põdenud vanemaealistel diabeetikutel on lapse- ja noorukieas kehaliselt aktiivse eluviisi abil võimalik ennetada riskifaktoreid ja vähendada kahjustuste ulatust. Nefropaatiaga diabeetikud peaksid eelistama mõõduka koormusega tegevusi ning vältima intensiivseid ja kurnavaid tegevusi, mis tõstaksid märgatavalt süstoolset vererõhku (Shugart jt., 2010).

Neuropaatia seisneb kõrge veresuhkru tõttu tekkinud närvikahjustustes. Kõige sagedamini esineb perifeersete närvide kahjustusi ehk perifeerset neuropaatiat. Tüsistustest võivad tekkida raskesti paranevad jalahaavandid ning suurenda risk liigeste ja sidekoe vigastuste tekkeks (Giannini jt., 2006). Neuropaatia ennetamiseks on vajalik hoida veresuhkru tase kontrolli alla ja seda aitab muu hulgas saavutada ning säilitada regulaarne kehaline aktiivsus. Eelistada tuleks mõõduka koormusega ja kestusega sportlikke tegevusi. Ortopeediliste kahjustuste vältimiseks tuleks hoiduda spordialadest, mis eeldavad pikaajalist jalanõude kandmist (Robertson jt., 2009; Shugart jt., 2010).

I tüüpi diabeetikul võib esineda ka autonoomne neuropaatia, mis on seotud südeme- ja tegevuse häiretega. Autonoomse neuropaatia tõttu on diabeetikute kehaline võimekus madal ja suurem risk koormusaegseteks kardiovaskulaarseteks häireteks. Seetõttu tuleks enne kehaliste tegevustega alustamist läbida koormustest. Kui koormustestil ei leita vastunäidustusi, tuleks eelistada mõõduka intensiivsusega kehalisi tegevusi. Autonoomse neuropaatia tõttu häirub termoregulatsioon, mistõttu tuleks vältida kehalisi tegevusi liiga sooja või külma keskkonnas (Shugart jt., 2010).

Regulaarsel kehalisel aktiivsusel on oluline osa mikrovaskulaarsete tüsistuste tekke ja süvenemise edasi lükkamisel. Eeskätt tänu paranenud metaboolse kontrollile, mis aitab hoida veresuhkru taset normi piirides. Kehalise tegevusega seotud riskide vältimiseks ja tervistava mõju saavutamiseks tuleks valida sobiv kehaline tegevus, intensiivsus ja kestus (Giannini jt., 2006).

2.4 Kehalise aktiivsuse mõju funktsionaalsetele näitajatele

Aeroobse töövõime näitaja iseloomustab organismi võimet varustada organeid ja lihaseid hapnikuga. Aeroobset kehalist võimekust saab kõige täpsemalt hinnata organismi maksimaalse hapnikutarbimise (VO_{2max}) määramisel. VO_{2max} näitab hapniku hulka, mida organism suudab omastada maksimaalsel kehalisel pingutusel. On leitud, et I tüüpi diabeeti põdevate laste ja noorukite aeroobne võimekus on langenud (Komatsu jt., 2005; Lukács jt., 2012; Maggio jt., 2010 B). Kuna aeroobse võimekuse puhul on oluliseks südame, kopsude ja veresoonte seisund, siis võib madalamate näitajate põhjusteks olla haiguse mõjul tekkinud muutused südame-veresoonkonnas, hingamiselsundkonnas, häired energiaainevahetus protsessides ja endokriinsüsteemis (Komatsu jt., 2005). Madal VO_{2max} on seotud puuduliku metaboolse kontrolliga. See annab aluse arvata, et paranenud VO_{2max} puhul paraneb ka metaboolne kontroll. Paranenud metaboolne kontroll on esmatähtis I tüüpi diabeedi kontrolli all hoidmiseks ja tüsistuste vältimiseks (Lukács jt., 2012).

Kuigi VO_{2max} on parim kehalise võimekuse näitaja võib selle testimine olla teatud juhtudel keeruline. VO_{2max} eeldab maksimaalset pingutust, kuid vähetreenitud ja kroonilisi haigusi põdevad lapsed ja noorukid ei ole selleks piisavalt motiveeritud. Sellisel juhul on otstarbekas kehalist võimekust määrata kehalise töövõime näitaja (PWC_{170}) abil. PWC_{170} abil saab hinnata kehalise koormuse võimsust südamelöögisagedusel 170 lööki minutis. Mida suurem on saadav näitaja, seda parem on aeroobne võimekus. Kuna parem aeroobne võimekus on seotus parema metaboolse kontrolliga on oluline saavutada suurem kehalise töövõime näitaja. On leitud, et regulaarselt kehaliselt aktiivsete I tüüpi diabeeti põdevate eelpuberteedieas poiste kehalise töövõime näitaja ei erinenud eakaaslaste omast juhul kui vanus, kehakaal ja kehaline tegevus olid sarnased. See tõestab, et regulaarne kehaline aktiivsus säilitab kehalise võimekuse ja aitab seeläbi haigust kontrolli all hoida (Heyman jt., 2005).

Üheks organismi funktsionaalseks näitajaks on motoorne võimekus, mis hõlmab endas nii tasakaalu- kui painduvusvõimet, kiirus-, hüppe- ja jõuvõimeid. On leitud, et I tüüpi diabeetikute laste ja noorukite motoorne võimekus on madalam kui nende eakaaslastel (Lukács jt., 2012). Põhjusteks võivad olla haiguse tõttu tekkinud füsioloogilised muutused südame ja veresoonkonnas ning luu- ja lihaskoes. Motoorne võimekus võib olla madalam ka seetõttu, et I tüüpi diabeetikud on kehaliselt vähem aktiivsed (Lukács jt., 2012; Valerio jt., 2007). Kuigi madalam motoorne võimekus ei pruugi olla seotud puuduliku metaboolse

kontrolliga, tuleks tähelepanu pöörata ka erinevate mootorsete võimete arendamisele (Lukács jt., 2012). Erinevate mootorsete võimete arendamise läbi saavutatakse keha tasakaalustatud areng. Tänu sellele paraneb igapäevane elukvaliteet ja heaolu.

3. KEHALISE KOORMUSEGA SEOTUD KOMPLIKATSIOONID

Kuigi regulaarse kehalise aktiivsuse kasulikkus I tüüpi diabeetikutele on ilmne, on haigust põdevad lapsed ja noorukid siiski vähem kehaliselt aktiivsed kui nende eakaaslased (Maggio jt., 2010 B; Valerio jt., 2007). Tervistavate mõjude esilekutsumiseks ja säilitamiseks peaksid lapsed ja noorukid olema igapäevaselt vähemalt 60 minutit kehaliselt aktiivsed (Strong jt., 2005). On leitud, et ainult 38% I tüüpi diabeeti põdevatest lastest ja noorukitest saavutasid soovitusliku taseme (Maggio jt., 2010 B). Haigust põdevad tüdrukud on märgatavalt vähem kehaliselt aktiivsed kui poisid ning kehalistes tegevustes osalemine väheneb haiguse edenedes veelgi (Salvatoni jt., 2005; Valerio jt., 2007).

Väheste aktiivsuse peamiseks põhjuseks peetakse laste, noorukite ja nende vanemate muret kehalistel tegevustel tekkiva hüpoglükeemia pärast (Riddell ja Iscoe, 2006). Kuna hüpoglükeemia on ohtlik seisund, otsustavad paljud vanemad piirata laste ja noorukite kehalist aktiivsust (Gonder-Frederick jt., 2011). Kuigi peamiselt tuntakse muret hüpoglükeemia pärast, tuleks olla teadlik ka kehalise aktiivsusega seotud hüperglükeemia riskist. Teadmised kehalise tegevusega seotud riskidest ja nende vältimisest aitavad ennetada potentsiaalseid ohuolukordi ja seeläbi julgustada I tüüpi diabeetikutest lapsi, noorukeid ja nende vanemaid olema regulaarsemalt kehaliselt aktiivsed.

3.1 Hüpoglükeemia

Hüpoglükeemia on seisund, mille puhul on veresuhkru tase langenud liiga madalale, alla 3,3 mmol/l (Gonder-Frederick jt., 2011). Liiga madala veresuhkru korral tekib autonoomse närvisüsteemi langus ja esinevad mitmed füsioloogilisi häireid. Hüpoglükeemia sümptomid on tugev näljatunne, higistamine, ärevus, väsimus, nõrkus, segadus, südamepekslemine ning peapööritus. Seisund võib olla eluohtlik teadvusekaotuse, õnnetusjuhtumite ja kehaliste vigastuste tõttu.

I tüüpi diabeetikutest lastel ja noorukitel tekkinud hüpoglükeemia on tavaliselt seotud manustatud insuliini, toitumise ja kehalise aktiivsuse vahelistes ebakõlades (Gonder-Frederick jt., 2011). Enamik hüpoglükeemia juhtumeid on seotud vahelejäädud või hilineunud söögikordade või tavapärasest suurema kehalise aktiivsusega (Davis jt., 1997).

Haigust põdevatel lastel ja noorukitel on võrreldes täiskasvanutega suurem hüpoglükeemia risk (Davis jt., 1997). Eeskätt selle tõttu, et laste ja noorukite toitumine on tihti problemaatiline ja korrapäratu. Väikelaste ja eelkooliealiste puhul on probleemiks toidust loobumine ning noorukite puhul sagadane süsivesikuterikaste vahepalade tarbimine. Samuti suureneb hüpoglükeemia risk tänu asjaolule, et laste ja noorukite puhul on raske ette ennustada igapäevast kehalist aktiivsust kuna enamik tegevusi on spontaansed ja ettemääramata kestusega (Gonder-Frederick jt., 2011). Samas on leitud, et esimese haigusaasta jooksul on raske hüpoglükeemia risk väiksem. Põhjuseks peetakse väiksemat insuliini annust veel säilunud beetarakkude funktsioneerimise tõttu või asjaolu, et vasturegulaatorne süsteem on esimese haigusaasta jooksul efektiivsem. Samuti võidakse haiguse algusaastal pöörata rohkem tähelepanu erinevatele diabeedi ravi aspektidele (Davis jt., 1997). Noorukieas võib hüpoglükeemia risk suureneda hormonaalsete muutuste tõttu, mis läbi on stabiilse veresuhkru taseme hoidmine komplitseeritud (Riddell ja Iscoe, 2006).

3.1.1 Kehaline koormus ja hüpoglükeemia

Kehalisel koormusel suureneb lihaste energiavajadus, mistõttu langeb veresuhkru tase. Veresuhkru normaalse taseme säilitamiseks surutakse all insuliini sekretsioon ja aktiveeruvad vastastikuse mõjuga hormoonid- glükagoon, kateholamiinid, kortisool ja kasvuhormoon. Hormoonide suurenenud tase kutsus maksas esile glükogenolüüsi ja glükoneogeneesi (Giannini jt., 2006; Riddell ja Iscoe, 2006). Täpse autonoomse ja endokriinse regulatsiooni abil jääb veresuhkru tase stabiilseks kogu enamiku koormuse jooksul (Robertson jt., 2009). Ka I tüüpi diabeetikutel suureneb koormusel lihaste energiavajadus ja seetõttu veresuhkru tase langeb. Kuna I tüüpi diabeetikud sõltuvad eksogeensest insuliinist võib tekkida olukord, kus manustatud insuliini kogus on suurem kui kehalisel koormusel vajamineva insuliini kogus. Tekkinud hüperinsulineemia kahjustab glükoosi tootmist maksas ning kutsus esile hüpoglükeemia tavaliselt 20–60 minutit peale kehalise koormuse algust. Koormusaegne hüpoglükeemia võib tekkida ka vastastikuse mõjuga hormoonide vallandumise häirete tõttu (Riddell ja Iscoe, 2006).

Kehalisel koormusel võib hüpoglükeemiat esile kutsuda ka skeletilihaste ja nahaaluste kudede verevarustuse paranemise ja kehatemperatuuri tõusu tõttu suurenenud manustatud insuliin

imendumine (Riddell ja Iscoe, 2006). Seetõttu ei tohi insuliini süstida koormust saavatesse jäsemetesse (De Feo jt., 2006).

Hüpodükeemia esineb tavaliselt koormusaegselt või -järgselt (Robertson jt., 2009). Enamik I tüüpi diabeeti põdevaid lapsi ja noorukeid kogevad pikaajalisel koormusel märgatavat veresuhkru taseme langust. Uuringus leiti, et 75-minutilisel aeroobsel tegevusel langes 83%-l lastest plasma glükoosi kontsentratsioon vähemalt 25% ning 30% lastest olid hüpodükeemiliseks (Tansey jt., 2006). Seetõttu on eriti oluline planeerida pikaajalisi aeroobseid kehalisi tegevusi (Robertson jt., 2009).

I tüüpi diabeetikutel võib esineda ka tõsist kehalise aktiivsuse järgset hüpodükeemiat. Põhjusteks peetakse eksimusi insuliini koguses või koormusjärgses toitumises (Riddell ja Iscoe, 2006). Kuna koormusjärgselt tõuseb insuliini tundlikkus, suureneb lihastes glükoosi kasutuselevõtt, mis võib põhjustada öist hüpodükeemiat (Giannini jt., 2006). Uuringus leiti, et kaks korda rohkem noorukeid olid hüpodükeemilised ööl peale kehalist koormust kui ööl peale istuvat tegevust (Tsalikian jt., 2005). Seetõttu tuleks olla eriti tähelepanelik kui kehaline tegevus on enne magamaminekut (Giannini jt., 2006). Kui koormusega seotud hüpodükeemia esineb sageli tuleks osaleda kehalistes tegevustes ülepäeviti, et vähendada pidevalt muutuva insuliini tundlikkuse mõju (Robertson jt., 2009).

Hüpodükeemia riski tõttu ei tohiks lapsed ja noorukid kunagi sportida üksinda ning loobuda kaasavõetavatest süsivesikutest. Ohutuse tagamiseks tuleks sportida ja liikuda looduses vähemalt neljastes gruppides. Samuti tuleks treenereid ja õpetajaid teavitada haigusest ja sellega kaasnevatest komplikatsioonidest ning nende vältimisest. Kui I tüüpi diabeeti põdev laps või nooruk tunneb ennast sportimisel halvasti ning tal esinevad hüpodükeemia sümptomid, tuleks talle anda glükoosi tablett või mõni muu kiiresti toimiv süsivesik. Lisasüsivesikuid tuleks anda isegi juhul kui ei ole võimalik veresuhkru mõõtmise teel hüpodükeemiat tõendada. Hüpodükeemia raviks antakse 30 kg lapse puhul 9 g glükoosi ja 50 kg lapse puhul 15 g glükoosi (Robertson jt., 2009).

3.2 Hüperglükeemia ja ketoatsidoos

Hüperglükeemia on seisund, mille puhul veresuhkru tase on normist kõrgem, üle 11 mmol/l. Hüperglükeemia tüüpilised sümptomid on suurenenud janutunne, kaalulangus, väsimus, nõrkus ja koormustaluvuse langus. Hüperglükeemia tekib tavaliselt juhul kui insuliini tase on liiga madal. Kuna I tüübi diabeetikud sõltuvad eksogeense insuliini kogusest, võib tekkida olukord kui insuliini manustatakse liiga harva või on insuliini kogus liiga väike. Insuliini eemärk on hõlbustada veres oleva glükoosi kasutuselevõtmist rakkudes, alandades seeläbi veresuhkru taset. Kui insuliini tase organismis on liiga madal, tõuseb veresuhkru tase märgatavalt ja tekib hüperglükeemiline seisund (Giannini jt., 2006). Pikemaajalise insuliini puudulikkuse korral tekib insuliinsõltuvates kudedes, lihastes, maksas ja rasvkoes glükoosist saadava energia puudus. Energia tootmiseks hakatakse kasutama rasvhappeid, kuid insuliini vähesuse tõttu ei ole võimalik protsessi lõpuni viia ning tekivad jääkained-ketokehad. Kujuneb välja eluohtlik seisund ketoatsidoos (Rosenbloom, 2010). Hüperglükeemiat võib esile kutsuda ka süsivesikute liigtarbimine või vähene kehaline aktiivsus (Giannini jt., 2006).

3.2.1 Kehaline koormus ja hüperglükeemia

Kehaline aktiivsus võib põhjustada hüperglükeemiat (Giannini jt., 2006). Tavaliselt esineb hüperglükeemia puuduliku metaboolse kontrolliga I tüübi diabeetikutel, kuid intensiivsel koormusel ka hea metaboolse kontrolliga I tüübi diabeetikutel (Mitchell jt., 1988).

Kehalisel tegevusel eriti intensiivse koormuse korral tõuseb glükagooni, adrenaliini, kortisooli ja kasvuhormooni tase, mistõttu suureneb kiiresti ja märgatavalt glükoosi tootmine. Kui organism on hüpoinulineemiline, ei ole lihased võimelised kasutama vabanenud glükoosi, mistõttu tõuseb veresuhkru tase ning tekib hüperglükeemia (De Feo jt., 2006).

Hüperglükeemia on seotud ka insuliini manustamise ja kehalise tegevuse vahelise ajaga. Kui tegevus algab liiga kaua aega peale viimast insuliini annust võib esineda koormusest põhjustatud hüperglükeemia (Giannini jt., 2006). Ka hommikune intensiivne kehaline tegevus võib põhjustada tõsist hüperglükeemiat, sest ringleva insuliini tase on madal ja glükoosi vastastikuse mõjuga hormoonide tase kõrge (Robertson jt., 2009). Hüperglükeemiat võib põhjustada ka võistluseelne stress, mis tõstab veresuhkru taset isegi juhul kui koormuseelne veresuhkru tase on normis. Ka võistlusaegne stress võib põhjustada veresuhkru taseme tõusu

(Riddell ja Iscoe, 2006). Suurema hüperglükeemia riskiga tuleb arvestada ka sportides soojas ja niiskes keskkonnas. Arvatavasti liigse kateholamiinide, glükagooni, kortisooli ja kasvuhormooni taseme tõttu ringlevas plasmas (Hargreaves jt., 1996).

Kehalisel aktiivsusel tuleks hüperglükeemiat vältida, sest tekkiva dehüdratsiooni ja vere pH languse tõttu väheneb kehaline võimekus (Riddell ja Iscoe, 2006). Hüperglükeemia korral langeb I tüüpi diabeetikute beeta-endorfiinide tase. Kuna beeta-endorfiinid on seotud stressi taluvusega, siis taolised muutused võivad kahjustada kehalist võimekust ja motivatsiooni treeningutel osaleda (Wanke jt., 1996).

4. KEHALISE KOORMUSEGA SEOTUD KOMPLIKATSIOONIDE ENNETAMINE

Kuigi I tüüpi diabeetikutel esineb kehalise koormusega seotud riske, siis õigete meetodite korral on võimalik vältida tõsisemaid tervisehäireid ning osa saada kehalise tegevuse tervistavatest omadustest. Peamised võimalused hüpo- ja hüperglükeemia ennetamiseks on regulaarne veresuhkru monitooring, kehalise tegevusega kooskõlas toitumine ja insuliini manustamine (De Feo jt., 2006).

4.1 Veresuhkru monitooring

Kehalise koormusega seotud riskide ennetamiseks ja vältimiseks on vaja säilitada stabiilne veresuhkru tase. Seda aitab tagada pidev veresuhkru jälgimine. Regulaarne veresuhkru monitooring aitab avastada muutusi glükeemias ning hüpo- või hüperglükeemia esinemist nii koormusaegselt kui -järgselt (Hayes jt., 2008). Kuna veresuhkru muutused koormusel on individuaalsed, peaksid kõik kehaliselt aktiivsed I tüüpi diabeetikud üles märkima kehaliste tegevustega seotud andmeid. Veresuhkru monitooring on eriti oluline uute sporditegevuste puhul.

Pikaajalistel mõõduka koormusega kehalistel tegevustel on veresuhkru muutused korduvad, kui tegevuse ajastus, insuliini kogus ja koormuseelne toitumine on muutumatud (Temple jt., 1995). Antud olukorra ärakasutamiseks tuleks koguda kehaliste tegevustega seotud informatsiooni. Parimaks meetodiks on treeningpäeviku pidamine. Järelduste tegemiseks tuleks koguda andmeid veresuhkru taseme, kehalise aktiivsuse ajastuse, kestuse ja intensiivsuse ning veresuhkru taseme säilitamiseks kasutatud meetodite kohta (Temple jt., 1995). Saadud andmete põhjal on võimalik välja töötada insuliini manustamise strateegiad ja adekvaatsed toitumisharjumused ning seeläbi vähendada koormusega seotud riske (Riddell ja Iscoe, 2006).

Kuna kehalisel tegevusel suureneb lihaste glükoosi omastamine, tuleks veresuhkru taset kontrollida nii koormuseelset, -aegset kui -järgset (Giannini jt., 2006). Enne kehalisi tegevusi ja koormuse ajal tuleb veresuhkru taset mõõta iga 30 minuti tagant. Veresuhkru taset on eriti oluline jälgida juhul kui kehaline tegevus kestab kauem kui 30 minutit või on intensiivsem kui tavaliselt (De Feo jt., 2006). Koormusjärgselt tuleks veresuhkru taset mõõta iga kahe tunni järel kuni 24 tundi peale koormust (Riddell ja Iscoe, 2006; Shugart jt., 2010).

4.2 Toitumine

Kehalise koormusega seotud hüpo- ja hüperglükeemia riski vähendamiseks on vajalikud teadmised kehalise tegevusega seotud toitumisest. Igapäevane toitumine peab tagama energiavarude, vitamiinide ja mineraalide olemasolu, et I tüüpi diabeetikud saaksid ohutult kehalistes tegevustes osaleda. Enne sportimist tuleks veenduda, et igapäevane menüü koosneks 55–60% täisväärtuslikest süsivesikutest ning sisaldaks 12–15% valku ja 25–30% rasvu, millest kuni 10% moodustaksid küllastunud rasvad (Riddell ja Iscoe, 2006). Kuna I tüüpi diabeedi tõttu tekivad muutused kaltsiumi ja D-vitamiini regulatsioonis, mis võivad põhjustada luu mineralisatsiooni häired, on eriti oluline tarbida piisavas koguses kaltsiumi ja D-vitamiini (Maggio jt., 2010 A).

Kehalise tegevusega seotud toitumise puhul tuleb arvestada asjaoluga, et kehalisel koormusel suureneb lihastes energiatarbimine (Giannini jt., 2006). Energiakulu sõltub spordialast ja koormuse kestusest (Tabel 1) (Corigliano jt., 2006). Haigusega kaasnevate metaboolsete häirete tõttu vajavad diabeetikud normaalse veresuhkru taseme säilitamiseks lisasüsivesikuid (Giannini jt., 2006).

Tabel 1. Energiakulu (kcal/h) kehalisel tegevusel (Corigliano jt., 2006).

Kehaline tegevus	Energiakulu (kcal/h)	Kehaline tegevus	Energiakulu (kcal/h)
Jooks tasasel pinnal:		Iluisutamine	600
lühimaajooks	500	Kõrgus- ja kaugushüpe	400
keskmaajooks	930	Korvpall	600
pikamaajooks	750	Käsipall	600
Rattasõit:		Jalgpall	400
tippkiirus	450	Ujumine	450
pikamaasõit	700	Sõudmine	500

Vedelikke tuleks tarbida hinnanguliselt 1,6 l päevas, intensiivsetel koormustel 0,5 l lisaks (Riddell ja Iscoe, 2006). Tarbitud vedeliku kogus peaks olema võrdne higistamise ja hüperventilatsiooni läbi kaotatud vedeliku kogusega, et ei tekiks erinevusi koormuseelses ja -järgses kehakaalus (Robertson jt., 2009). Soojas kliimas on laste vedelikuvajadused veelgi

suuremad, sest nende soojusregulatsioon ei ole nii efektiivne kui täiskasvanutel. Hüpotglükeemilise seisundi korral suureneb dehüdratsiooni risk veelgi. (Riddell ja Iscoe, 2006). Alla ühe tunni kestvate kehaliste tegevuste korral tuleks eelistada vett, pikemate tegevuste korral võib tarbida ka spordijooke (6–8% süsivesikuid) (Shugart jt., 2010).

4.2.1 Koormuseelne toitumine

Koormuseelne toitumine tagab energiavarude olemasolu kehaliseks tegevuseks ja vähendab hüpotglükeemia riski (Giannini jt., 2006). Pikaajalised aeroobsed tegevused nagu rattasõit, jooksmine või ujumine põhjustavad organismi süsivesikute varude vähenemise või ammendumise, mistõttu suureneb hüpotglükeemia risk. Hüpotglükeemia riski vähendamiseks tuleks enne koormust tarbida piisavas koguses lisasüsivesikuid. Samas lühiajalised ja kõrge intensiivsusega anaeroobsed tegevused nagu sprint ja pesapall ei nõua koormuseelset lisasüsivesikute manustamist (Robertson jt., 2009).

Maksimaalse endogeense energiavaru olemasolu tagamiseks peaks viimane toidukord olema 3–4 tundi enne kehalist tegevust. Tarbida tuleks süsivesikuterikast kuid madala glükeemilise indeksiga toitu. Madala glükeemilise indeksiga toidud piiravad söögijärgset hüperglükeemiat ja vähendavad vajadust insuliini järele (Riddell ja Iscoe, 2006). Sobilikud toidud on näiteks erinevad pastaroad, täisteraleivad, piim, kiudainerikkad hommikuhelbed, puuviljadest õunad ja apelsinid (Shugart jt., 2010).

Glükogeeni varude suurendamiseks tuleks tund aega enne koormust tarbida 15–30 g süsivesikuid (Giannini jt., 2006). Selleks on sobilik süsivesikuterikas jook, mis aitab tagada ka organismi vedelikusisaldust. Eelistada tuleks 6%-list lihtsuhkrut (fruktoos, glükoos) sisaldavat jooki, mis tagab vedeliku ja toitainete optimaalse imendumise. Kontsentreeritud mahlad ja karboniseeritud joogid (> 8% glükoosi) aeglustavad imendumist ja häirivad seedimist (Riddell ja Iscoe, 2006).

4.2.2 Koormusaegne toitumine

Koormusaegne toitumine aitab säilitada stabiilset veresuhkru taset ja vältida hüpotglükeemiat. Kehalisel tegevusel tarbitud lisasüsivesikute kogus peab olema võrdne kulutatud süsivesikute kogusega, eriti juhul kui ei vähendata insuliini kogust (Robertson jt., 2009). Vajalik kogus

sõltub spordialast, kehamassist ja tegevuse intensiivsusest (Tabel 2). Juhul, kui soovitakse saavutada madalamat veresuhkru taset, tuleks vähem lisaüsivesikuid tarbida (Riddell ja Iscoe, 2006).

Tabel 2. Ajavahemik, mille järgselt tuleks tarbida 15 g süsivesikuid (Riddell ja Iscoe, 2006).

Kehaline tegevus	<u>Kehakaal (kg)</u>		
	20	40	60
Korvpall	30	15	10
Murdmaasuusatamine	40	20	15
Rattasõit:			
10 km/h	65	40	25
15 km/h	45	25	15
Iluuisutamine	25	15	10
Jooksmine:			
8 km/h	20	15	10
12 km/h	30	15	10
Jalgpall	55	25	15
Ujumine 30m/min	40	20	15
Tennis	45	25	15
Kõndmine:			
4 km/h	60	40	30
6 km/h	40	30	25

Antud tabelis toodud andmed näitavad ajavahemikku, mille jooksul vastava kehakaaluga laps või nooruk kulutab 100 kcal. Arvestades asjaoluga, et keskmiselt 60% energiast saadakse süsivesikutest tuleks iga ajavahemiku järgselt tarbida 15 g süsivesikuid. Näiteks 40 kg kaaluv laps peab korvpalli mängides tarbima 15 g süsivesikuid iga 15 minuti tagant, rahuliku kõnni korral aga iga 30 minuti järel. Erinevused on seotud koormuse intensiivsusega. Korvpall on enamjaolt anaeroobne tegevus, kuid kõndmine aeroobne tegevus. Anaeroobsel tegevusel kasutatakse energiatootmiseks suuremal määral süsivesikuid kui aeroobsel tööl, seetõttu on vaja sagedamini lisaüsivesikuid tarbida. Käesolevad andmed on siiski soovituslikud, sest

veresuhkru muutused koormusel on individuaalsed. Tabelist on eeskätt abi noortele I tüüpi diabeetikutele lisasüsivesikute režiimi paika panemiseks (Riddell ja Iscoe, 2006).

4.2.3 Koormusjärgne toitumine

Koormusjärgse toitumise eesmärk on lihaste ja maksa glükogeeni varude taastamine (Giannini jt., 2006). Kuna kehalise tegevuse tõttu suurenenud insuliini tundlikkus püsib mitu tundi peale koormust, suureneb koormusjärgse hüpoglükeemia risk (Riddell ja Iscoe, 2006). Seetõttu on oluline taastada organismi süsivesikute varud koheselt peale kehalist tegevust (Robertson jt., 2009). Selleks tuleks tarvitada 1,2–1,5 g süsivesikuid/kg/h koormusela järgneva 4–5 tunni jooksul. Eelistada tuleks kõrge glükeemilise indeksiga toiduaineid. Sobilikud on näiteks valge riis, saiatooted, ahjukartulid, pannkoogid ja spordijoogid (Shugart jt., 2010). Õise hüpoglükeemia vältimiseks tuleks enne magamaminekut tarbida madala glükeemilise indeksiga toiduaineid (Riddell ja Iscoe, 2006).

4.3 Muudatused insuliini manustamises

Enamikul kehalistel tegevustel on vajalik mõningane insuliini koguste korrigeerimine, et tagada stabiilne normilähedane veresuhkru tase ning vältida hüpo- ja hüperglükeemiat. Insuliini koguste vähendamisel tuleks arvesse võtta tegevuse kestust ja intensiivsust (Tabel 3). Tabelis antud väärtused on siiski üldised ega arvesta tarbitud lisasüsivesikute kogust (Robertson jt., 2009). Samuti peaks muutuste tegemisel arvestama lapse või nooruki kehalise võimekuse ja kehalisele tegevusele eelnenud toitumisega (Riddell ja Iscoe, 2006).

Tabel 3. Insuliini koguse vähendamine hüpoglükeemia vältimiseks (Robertson jt., 2009).

Kehalise tegevuse kestus ja soovituslik		
insuliini koguse vähendamine		
Kehalise tegevuse intensiivsus	30 minutit	60 minutit
Madal (~ 25% VO ₂ max)	25%	50%
Mõõdukas (~ 50% VO ₂ max)	50%	75%
Kõrge (~ 75% VO ₂ max)	75%	-

Kuna on peaaegu võimatu paika panna täpset kehalisel koormusel vajaminevat insuliini kogust, tuleks koguse määramisel lähtuda eelnevatest isiklikest kogemustest. Siinkohal on oluliseks abiks veresuhkru monitooringu käigus saadud andmed. Aeroobsete tegevuste korral tuleks hüpoglükeemia vältimiseks insuliini kogust vähendada. Anaeroobsetel koormustel, soojas ja niiskes kliimas või võistlusstressi korral tuleks veresuhkru taseme tõusu ning hüperglükeemia vältimiseks insuliini kogust suurenda (Riddell ja Iscoe, 2006). Ka eriti põnevate tegevuste korral tuleks insuliini koguse määramisel arvestada asjaoluga, et suurenenud adrenaliini taseme tõttu suureneb ka veresuhkru tase (Robertson jt., 2009).

Kehalised tegevused peaksid algama üks kuni kolm tundi peale insuliini süsti (Giannini jt., 2006). Tuleks oodata kuni insuliini toime hakkab langema, seega kaks tundi peale kiiretoimelise insuliini manustamist või 3–4 tundi peale lühiajalise insuliini manustamist (De Feo jt., 2006). Vastasel juhul suureneb hüpoglükeemia risk, sest plasma insuliini tase on tõusnud 2–3 korda (Riddell ja Iscoe, 2006).

5. REGULAARNE OSALEMINE TREENINGUTEL

Teadmised kehalise aktiivsuse positiivsest mõjust, koormusega kaasnevatest võimalikest komplikatsioonidest ja nende vältimisest julgustavad I tüüpi diabeeti põdevaid lapsi ja noorukeid olema kehaliselt aktiivsemad. Ainevahetuse mõjutamiseks ja haigusega kaasnevate tüsistuste ennetamiseks tuleks osavõtta regulaarsetest ja planeeritud treeningutest (Salvatoni jt., 2005).

Enne treeningutega alustamist peaksid I tüüpi diabeetikud läbima meditsiinilise kontrolli. Testida tuleks kardiovaskulaarset võimekust, eriti juhul kui soovitakse treenida intensiivsetel koormustel. Selleks on otstarbekas kasutada erinevaid koormusteste (Shugart jt., 2010). Samuti tuleks kontrollida mikro- ja makrovaskulaarsete kahjustuste olemasolu. Tüsistuste avastamine ja nendega arvestamine on ohutu treeningu aluseks (Giannini jt., 2006). Tervistavate mõjutuste saavutamiseks ning tõsiste komplikatsioonide vältimiseks tuleks enne treeningutega alustamist saavutada rahuldav glükeemiline kontroll. Hea glükeemilise kontrolli korral ($HbA1c < 7,0\%$) on I tüüpi diabeetikutest lastel normaalne aeroobne vastupidavus, isegi kui nad on treeninguaegselt mõnevõrra hüperglükeemilised (Robertson jt., 2009). Kui glükeemiline kontroll ei ole optimaalne ($HbA1c > 7,5\%$) langeb noorte aeroobne võimekus ja väsimuse aste on suurem (Komatsu jt., 2005). Juhul kui $HbA1c > 9\%$ ei ole soovitatav teha tugevaid treeningud kuni väärtuse tase on paranenud (Shugart jt., 2010).

I tüüpi diabeetikud võivad osaleda nii tervise- kui võistlusspordis (Shugart jt., 2010). Lapsi ja noorukeid tuleks julgustada osavõtma mitmesugustest treeningtundidest, meeskonnaaladest ja teistest kehalistest tegevustest (Bernardini jt., 2004). Treeningud peaksid olema osa igapäevarutiinist, sest regulaarsetel ja harjumuspärastel treeningutel on lihtsam veresuhkru taset kontrolli all hoida (Riddell ja Iscoe, 2006). Eriti oluline on see juhul kui treeningud kestavad kauem kui üks tund, sest suurenenud insuliini tundlikkuse tõttu on juhuslikel treeningutel keerulisem basaali insuliini kogust määrata ning võimalike eksimuste korral suureneb oht hüpodükeemia tekkeks (Robertson jt., 2009).

Treeningu peaksid olema kooskõlas laste ealiste iseärasuste ja kehalise arengutasemega (Tabel 4) (Corigliano jt., 2006). Algajate noorukite puhul tuleks spordiala valikul hinnata võimalike riskide olemasolu ja spordiala meeldivust (Shugart jt., 2010). Tõsise

hüppoglükeemia ja retinaalse verejooksu riski tõttu tuleks vältida mootorrattakrossi, allveeujumist, mägironimist, kontaktsporti ja jõutõstmist (De Feo jt., 2006).

Tabel 4. Vanuseastmele sobilik metoodika ja tegevused (Corigliano jt., 2006).

Väikelapseiga 3–5 a	Keskmine lapseiga 6–9 a	Noorukiiga 10+ a
- Puudub võistluslikkus, õpetada läbi praktika ja mängu. Sobilikud tegevused: mängud, kõndimine, jooksmine, ujumine, hüppamine.	- Minimaalne võistluslikkus, paindlikud mängureeglid. Lihtsad sportlikud tegevused: rattasõit, rulasõit, ujumine. Tutvustada meeskonnaalasid.	- Individaalsed oskused, spetsiifiline treening, spordivõistlused. Sobilikud tegevused: tennis jalgpall, võrkpall.

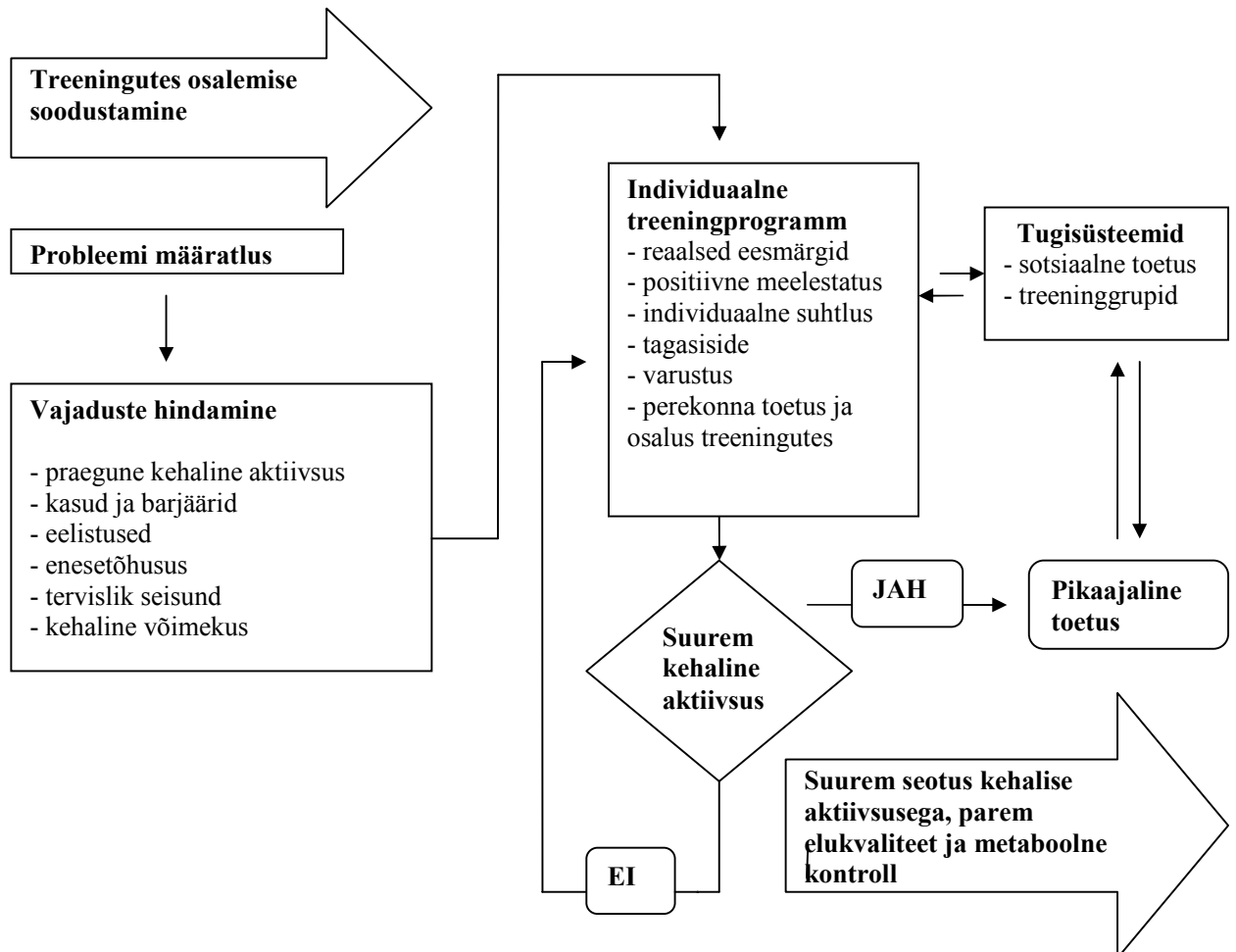
I tüübi diabeetikud võivad osa võtta ka tippspordist. Tipptasemel treenivad hea metaboolse kontrolliga I tüübi diabeetikud võivad treenida sama tihti, sarnase intensiivsuse ja kestusega nagu nende eakaaslased (Shugart jt., 2010). On leitud, et võistlusspordiga tegelevatel lastel oli parem glükeemiline kontroll kui teistel aktiivsetel eakaastel (Bernardini jt., 2004). I tüübi diabeet ei vähendada võimalust hiilata valitud spordialal. Paljud tuntud sportlased nagu viiekordne olümpiamängude kuldmedali võitja sõudmises Sir Steve Redgrave ja Ironman triatlonist Bill Carlson jpt tippsportlased on seda tõestanud (Robertson jt., 2009).

Treeninguid tuleks alustada madalatel intensiivsustel (50–70% VO₂max), eriti juhul kui haigus ei ole hästi kompenseeritud. Kuna kõrge intensiivsusega treeningutel tõuseb märgatavalt veresuhkru tase võib puuduliku metaboolse kontrolli tõttu tekkida hüperglükeemia. Lihtne võimalus sobiva madala kuni mõõduka intensiivsuse leidmiseks ja säilitamiseks on jälgida kas valitud tempo lubab kaaslasega rääkida. Kehalise võimekuse paranemisel ja stabiilsema glükeemia saavutamisel tuleks vähehaaval tõsta treeningu intensiivsust ja kestust (Shugart jt., 2010).

Ideaalne veresuhkru tase enne treeningut on vahemikus 6–10 mmol/l (De Feo jt., 2006). Liiga kõrge veresuhkru taseme (>13 mmol/l) korral on lubatud treenida ainult juhul kui uriiniproovist ei leita ketoone (De Feo jt., 2006). Treeninguid tuleks vältida kui veresuhkru tase on alla 3,5 mmol/l või üle 15 mmol/l (Riddell ja Iscoe, 2006).

Hea metaboolse kontrolli saavutamine ja seeläbi haigusega kaasnevate tüsistuste ennetamine eeldab I tüüpi diabeetiku pikaajalist seotust spordiga. On leitud, et individuaalne treeningprogramm ja pereliikmete toetus võib suurendada varasemalt väheaktiivsete I tüüpi diabeeti põdevavate laste ja noorte igapäevast seotust kehalise aktiivsusega (Faulkner jt., 2010). Individuaalne treeningprogramm võimaldab arvestada lapse ja nooruki vanust, elustiili, motivatsiooni ning kehalist võimekust. Selle abil saab välja töötada strateegiad kuidas suurendada I tüüpi diabeetikute osalemist ja seotust spordiga ning ennetada haigusega kaasnevaid tüsistusi ja parandada elukvaliteeti ning pikendada eluiga (Tabel 5) (Faulkner jt., 2010).

Tabel 5. Individuaalse treeningprogrammi etapid (Faulkner jt., 2010).



Vastavalt intensiivsusele võib treeninguid jagada aeroobseteks ja anaeroobseteks. Tihti sisaldavad kehalised tegevused nii aeroobseid kui anaeroobseid koormusi. Kuna aeroobne ja anaeroobne koormus mõjuvad veresuhkru tasemele erinevalt, tuleb koormusega seotud komplikatsioonide vältimiseks olla teadlik aeroobsete ja anaeroobsete tegevuste erinevustest (Riddell ja Iscoe, 2006).

5.1 Aeroobne treening

Aeroobse treeningu puhul on lihastöö intensiivsus madal ja energiat saadakse süsivesikutest, rasvadest ja teatud valkudest oksüdatiivse fosforüleerimise teel. Aeroobsed tegevused on jooksmine, jalgrattasõit, sõudmine, ujumine jt vastupidavusalad. Aeroobne treening arendab hästi südame ja veresoonkonna ning hingamissüsteemide tööd (Riddell ja Iscoe, 2006). Kuna I tüüpi diabeetikutel on vähenenud aeroobne võimekus (Komatsu jt., 2005; Lukács jt., 2012; Maggio jt., 2010 A) ning haiguse tõttu suureneb riski südame ja veresoonkonna haigusteks (Krantz jt., 2004) tuleks I tüüpi diabeetikutele soovitada madala või mõõduka intensiivsusega aeroobset kehalist tegevust kestusega üks tund (De Feo jt., 2006). Aeroobsetel eriti pikaajalistel treeningutel tuleb arvestada asjaoluga, et aeroobsed tegevused kipuvad vähendama veresuhkru taset nii treeninguaegselt (tavaliselt 20–60 minutit peale algust) kui -järgselt. Seetõttu on aeroobsetel treeningutel ohutuse tagamiseks vajalik pidev veresuhkru monitooring ning lisasüsivesikute tarbimine (Robertson jt., 2009).

HbA1c positiivne seos VO₂maxiga tõestab aeroobsete tegevuste osatähtsust hea metaboolse kontrolli saavutamiseks (Lukács jt., 2012). 20-nädalase kombineeritud treeningu (aeroobne ja jõutreening) käigus paranes I tüüpi diabeetikute laste aeroobne vastupidavus, üldine tervislik seisund ning vaimne tervis (D'hooge jt., 2011). Kuigi traditsiooniliselt soovitatakse I tüüpi diabeetikutele aeroobseid tegevusi, siis aeroobne treening kombineeritud jõutreeninguga tundub tagavat veelgi paremaid võimalusi hea metaboolset kontrolli saavutamiseks (Shugart jt., 2010). Kuna I tüüpi diabeeti põdevate laste ja noorukite jõunäitajad on madalamad kui eakaaslastel, siis tuleks I tüüpi diabeetikutele soovitada aeroobseid treeninguid kombineerituna jõutreeningutega (D'hooge jt., 2011; Lukács jt., 2012).

5.2 Anaeroobne treening

Anaeroobne treening on intensiivne lihastöö, mille puhul saadakse energiat kreatiinfosfaadi või glükoosi anaeroobsel lõhustamisel. Treening muutub anaeroobseks kui kehalise koormuse intensiivsus on 85–90% maksimaalsest südamelöögisagadusest. Antud juhul ei ole võimalik kasutada energiatootmiseks oksüdatsiooniprotsesse ja kasutusele tuleb võtta anaeroobsed mehhanismid, mis aga on piiratud kestusega ja ning mille tõttu tekib glükogeeni lõhustamisel laktaat, mis põhjustab lihaste väsimust. Anaeroobsed tegevused on sprint, jõutõstmine, jäähoki jt kiirus- ja jõualad (Riddell ja Iscoe, 2006).

Kuigi anaeroobsed pingutused kestavad ainult lühikest aega (mõned sekundid kuni paar minutit), tõuseb tänu adrenaliini ja glükagooni suurenenud vabanemisele märgatavalt veresuhkru tase. Juhul kui organism on hüpoinsulineemiline suureneb risk hüperglükeemia tekkeks. Taoline veresuhkru tõus on tavaliselt mööduv kestes umbes 30–60 minutit. Sellele võib aga mitme tunni pärast järgneda hüpodükeemia (Robertson jt., 2009). Samas võib kõrgem veresuhkru tase enne intensiivset pingutust parandada kehalist sooritust (Giannini jt., 2006). Kuna anaeroobsed koormused kutsuvad esile märgatava veresuhkru taseme tõusu, siis vähetreenitud ja puuduliku metaboolse kontrolliga I tüüpi diabeetikutel võib tekkida tõsine hüperglükeemia. Seetõttu võib järeldada, et anaeroobne kehaline tegevus on vähetreenitud ja puuduliku metaboolse kontrolliga I tüüpi diabeetikutele ohtlik ning antud juhul ei saa kehalist tegevust seostada parema metaboolse kontrolliga (Salvatoni jt., 2005).

Enamik meeskonna- ja väljakualasid ning laste ja noorukite spontaanseid kehalisi tegevusi sisaldavad aeroobsete tegevuste kõrval ka anaeroobseid tegevusi. Tavapäraselt ei soovitata I tüüpi diabeetikutele anaeroobsed tegevused suurenenud hüperglükeemia riski tõttu. Kuid anaeroobsel koormusel suurenenud veresuhkru taseme tõttu ei lange veresuhkru tase treeningutel nii palju kui tavapärasel aeroobsel tegevusel. Seetõttu võiks soovitada I tüüpi diabeetikutele tegevusi, mis sisaldavad aeroobsete tegevuste kõrval ka teatud määral anaeroobseid tegevusi (Robertson jt., 2009).

Anaeroobsete koormuste puhul tuleks arvestada asjaoludega, et treening niiskes ja soojas keskkonnas ning võistlustega seotud stress suurendavad veelgi veresuhkru taset, mistõttu suureneb risk tõsise hüperglükeemia tekkeks. Anaeroobsed treeningud antud tingimusel võivad olla ohtlikud I tüüpi diabeetikutele (Hargreaves jt., 1996; Riddell ja Iscoe, 2006).

Intensiivsete treeningute puhul tuleks tõsise treeningujärgse hüperglükeemia vältimiseks korrigeerida insuliini kogust. Täpsete koguste määramisel tuleks lähtuda eelmistest treeningkogemustest ja veresuhkru monitooringu andmetest (Hayes jt., 2008).

Hüperglükeemia vältimiseks tuleks insuliini koguse määramisel arvestada treeningueelse veresuhkru tasemega. Kui treeningu alguses on veresuhkru tase normist kõrgem, tuleks suurendada insuliini kogust. Kui treeningut alustatakse normaalse veresuhkru tasemega tuleks insuliini kogust suurendada väiksemal määral (Mitchell jt., 1988).

KOKKUVÕTE

I tüüpi diabeet on krooniline ainevahetushaigus, mida iseloomustab endogeense insuliini puudulikkuse tõttu normaalsest kõrgem veresuhkru tase. Kõrge veresuhkru tõttu tekivad haiguse edenedes mikro-ja makrovaskulaarsed kahjustused, mis põhjustavad I tüüpi diabeetikute elukvaliteedi langust ning enneaegset suremust. Tüsistuste ennetamiseks ja edasi lükkamiseks on vajalik saavutada hea metaboolne kontroll. Kuna I tüüpi diabeeti haigestumine laste ja noorukite seas suureneb ning haigestutakse üha nooremas eas tuleb leida võimalusi kuidas võimalikult efektiivselt haigust kompenseerida. Üheks metaboolset kontrolli mõjutavaks teguriks on regulaarne keheline aktiivsus. Regulaarne keheline aktiivsus avaldab mõju südame ja veresoonkonnale ja energiaainevahetusprotsessidele, mislõbi paraneb metaboolne kontroll. Samuti paraneb regulaarsel kehalisel tegevusel I tüüpi diabeetikute motoorne võimekus, vähenevad depressiivsed nähud ja paraneb stressitaluvus, mislõbi paraneb märgatavalt I tüüpi diabeeti põdevate laste ja noorukite elukvaliteet.

Regulaarse kehalise aktiivsuse abil saavutatud hea metaboolse kontrolli mõju:

- 1) väheneb südamehaiguste risk;
- 2) väheneb mikrovaskulaarsete tüsistuste risk;
- 3) paraneb luu mineralisatsioon ja väheneb osteoporoosi risk;
- 4) paraneb elukvaliteet.

Kuigi regulaarse kehalise aktiivsuse kasulikkus on ilmselge osalevad I tüüpi diabeetikud kehalistes tegevustes vähesemal määral, eeskätt kehalisel koormusel tekkiva hüpo-ja hüperglükeemia ohu tõttu. Teadmised komplikatsioonidest ja oskused neid vältida aitavad vähendada hüpo-ja hüperglükeemia riski ning nautida kehaliste tegevuste positiivset mõju.

Hüpo-ja hüperglükeemia vältimise meetodid:

- 1) regulaarne veresuhkru monitooring koos treeningpäevikuga;
- 2) adekvaatne toitumine ja vedelike tarbimine;
- 3) võimalikult täpsed muudatused insuliini koguses, eelnevate kogemuste põhjal;
- 4) arvestada aeroobsete ja anaeroobsete treeningute erinevustega;
- 5) arvestada treeningkeskkonnaga, stressiteguri ja emotsionaalse seisundiga.

Kuigi koormusega kaasnevaid komplikatsioone ei ole võimalik täielikult vältida, on õigete teadmiste ja oskuste korral kehalise aktiivsuse positiivne mõju suurem kui komplikatsioonide oht. Seetõttu tuleks I tüübi diabeetikuid, eriti tüdrukuid, motiveerida rohkem osalema treeningtundides. Motiveerida ja julgustada tuleks ka lapsevanemaid.

I tüübi diabeetikutele sobilikud treeningud on:

- 1) aeroobsed treeningud koos jõutreeninguga;
- 2) aeroobsed treeningud, mis sisaldavad vähesel määral anaeroobseid koormusi (meeskonna- ja väljakualad);
- 3) mõõduka intensiivsusega;
- 4) mõõduka kestusega, kuni 1 tund;
- 5) regulaarsed;
- 6) võimaluse korral planeeritud ja organiseeritud;
- 7) individuaalse lähenemisega.

Kuna kehalise aktiivsuse positiivne mõju on ilmne ja komplikatsioonide riski vähendamine võimalik, tuleks uurida võimalusi kuidas motiveerida ja julgustada I tüübi diabeetikutest lapsi ja noorukeid osalema kehalistes tegevustes. Samuti kuidas saaksid lapsevanemad, lähedased ka kehalise kasvatus õpetajad ja treenerid kaasa aidata ning toetada I tüübi diabeetikute kehaliselt aktiivse eluviisi alustamist ja säilitamist.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Bernardini AL, Vanelli M, Chiari G, Iovane B, Gelmetti C, Vitale R, Errico MK. Adherence to physical activity in young people with type 1 diabetes. *Acta BioMedica* 2004; 75: 153–157.
2. Bernstein CM, Stockwell MS, Gallagher MP, Rosenthal SL, Soren K. Mental health issues in adolescents and young adults with type I diabetes: prevalence and impact on glycemic control. *Clinical Pediatrics* 2013; 52: 10–15.
3. Corigliano G, Iazzetta N, Corigliano M, Strollo F. Blood glucose changes in diabetic children and adolescents engaged in most common sports activities. *Acta Biomedica* 2006; 77: 26–33.
4. Davis EA, Keating B, Byrne GC, Russell M, Jones TW. Hypoglycemia: incidence and clinical predictors in a large population-based sample of children and adolescents with IDDM. *Diabetes Care* 1997; 20: 22–25.
5. De Feo P, Di Loreto C, Ranchelli A, Fatone C, Gambelunghe G, Lucidi P, Santeusano F. Exercise and diabetes. *Acta Biomedica* 2006; 77: 14–17.
6. D'hooge R, Hellinckx T, Van Laethem C, Stegen S, De Schepper J, Van Aken S, Dewolf D, Calders P. Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* 2011; 25: 349–359.
7. Donaghue KC, Chiarelli F, Trotta D, Allgrove J, Dahl-Jorgensen K. Microvascular and macrovascular complications associated with diabetes in children and adolescents. *Pediatric Diabetes* 2009; 10: 195–203.
8. Faulkner MS, Michaliszyn SF, Hepworth JT. A personalized approach to exercise promotion in adolescents with type 1 diabetes. *Pediatric Diabetes* 2010; 11: 166–174. *Biomedica* 2006; 77: 18–25.

9. Giannini C, Mohn A, Chiarelli F. Physical exercise and diabetes during childhood. *Acta Biomedica* 2006; 77: 18-25.
10. Gonder-Frederick L, Nyer M, Shepard JA, Vajda K, Clarke W. Assessing fear of hypoglycemia in children with type 1 diabetes and their parents. *Diabetes management (London, England)* 2011; 1: 627–639.
11. Hargreaves M, Angus D, Howlett K, Conus NM, Febbraio M. Effect of heat stress on glucose kinetics during exercise. *Journal of applied physiology* 1996; 81: 1594-1597.
12. Hassmén P, Koivula N, Uutela A. Physical exercise and psychological well-being: a population study in Finland. *Preventive Medicine* 2000; 30: 17–25.
13. Hayes C, Kriska A. Role of physical activity in diabetes management and prevention. *The Journal of the American Dietetic Association* 2008; 108: 19–23.
14. Heilman K. Risk markers for cardiovascular disease and low bone mineral density in children with type I diabetes. *Väitekiri. Tartu Ülikooli Kirjastus* 2009.
15. Herbst A, Bachran R, Kapellen T, Holl RW. Effects of regular physical activity on control of glycemia in pediatric patients with type 1 diabetes mellitus. *JAMA Pediatrics* 2006; 160: 573–577.
16. Heyman E, Briard D, Gratas-Delamarche A, Delamarche P, De Kerdanet M. Normal physical working capacity in prepubertal children with type 1 diabetes compared with healthy controls. *Acta Paediatrica* 2005; 94: 1389–1394.
17. Komatsu WR, Gabbay MA, Castro ML, Saraiva GL, Chacra AR, de Barros Neto TL, Dib SA. Aerobic exercise capacity in normal adolescents and those with type 1 diabetes mellitus. *Pediatric Diabetes* 2005; 6: 145–149.
18. Krantz JS, Mack WJ, Hodis HN, Liu CR, Liu CH, Kaufman FR. Early onset of subclinical atherosclerosis in young persons with type 1 diabetes. *The Journal of Pediatrics* 2004; 145: 452–457.

19. Lukács A, Mayer K, Juhász E, Varga B, Fodor B, Barkai L. Reduced physical fitness in children and adolescents with type 1 diabetes. *Pediatric Diabetes* 2012; 13: 432–437.
20. Maggio AB, Ferrari S, Kraenzlin M, Marchand LM, Schwitzgebel V, Beghetti M, Rizzoli R, Farpour-Lambert NJ. Decreased bone turnover in children and adolescents with well controlled type 1 diabetes. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism* 2010; 23: 697–707. (A)
21. Maggio AB, Hofer MF, Martin XE, Marchand LM, Beghetti M, Farpour-Lambert NJ. Reduced physical activity level and cardiorespiratory fitness in children with chronic diseases. *European Journal of Pediatrics* 2010; 169: 1187–1193. (B)
22. Maggio AB, Rizzoli RR, Marchand LM, Ferrari S, Beghetti M, Farpour-Lambert NJ. Physical activity increases bone mineral density in children with type 1 diabetes. *Medicine and science in sports and exercise* 2012; 44: 1206–1211.
23. Margeirsdottir HD, Larsen JR, Brunborg C, Overby NC, Dahl-Jorgensen K, Norwegian Study Group for Childhood Diabetes. High prevalence of cardiovascular risk factors in children and adolescents with type 1 diabetes: a population-based study. *Diabetologia* 2008; 51: 554–561.
24. Mitchell TH, Abraham G, Schiffrin A, Leiter LA, Marliss EB. Hyperglycemia after intense exercise in IDDM subjects during continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetes Care* 1988; 11: 311–317.
25. Patiño-Fernández AM, Eidson M, Sanchez J, Delamater AM. What do youth with type 1 diabetes know about the HbA1c test? *Journal of Child Health Care* 2010; 38: 157–167.
26. Patterson CC, Gyürüs E, Rosenbauer J, Cinek O, Neu A, Schober E, Parslow RC, Joner G, Svensson J, Castell C, Bingley PJ, Schoenle E, Jarosz-Chobot P, Urbonaitė B, Rothe U, Krzysnik C, Ionescu-Tirgoviste C, Weets I, Kocova M, Stipancic G, Samardzic M, de Beaufort CE, Green A, Dahlquist GG, Soltész G. Trends in childhood type 1 diabetes

incidence in Europe during 1989-2008: evidence of non-uniformity over time in rates of increase. *Diabetologia* 2012; 55: 2142–2147.

27. Riddell MC, Iscoe KE. Physical activity, sport, and pediatric diabetes. *Pediatric Diabetes* 2006; 7: 60–70.

28. Robertson K, Adolfsson P, Riddell M, Scheiner G, Hanas R. Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes* 2009; 10: 154–168.

29. Rosenbloom AL. The management of diabetic ketoacidosis in children. *Diabetes Therapy* 2010; 1: 103–120.

30. Salem MA, Aboelasar MA, Elbarbary NS, Elhilaly RA, Refaat YM. Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. *Diabetology and metabolic syndrome journal* 2010; 2: 47.

31. Salvatoni A, Cardani R, Biasoli R, Salmaso M, De Paoli A, Nespoli L. Physical activity and diabetes. *Acta Biomedica* 2005; 76: 85–88.

32. Shugart C, Jackson J, Fields KB. Diabetes in Sports. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* 2010; 2: 29–38.

33. Stehno-Bittel L. Organ-Based Response to Exercise in Type 1 Diabetes. *ISRN Endocrinology* 2012; Article ID 318194: 14 pages.

34. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM, Rowland T, Trost S, Trudeau F. Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of Pediatrics* 2005; 146: 732–737.

35. Tansey MJ, Tsalikian E, Beck RW, Mauras N, Buckingham BA, Weinzimer SA, Janz KF, Kollman C, Xing D, Ruedy KJ, Steffers MW, Borland TM, Singh RJ, Tamborlane WV, Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study Group. The effects of aerobic exercise on glucose and counterregulatory hormone concentrations in children with type 1

diabetes. *Diabetes Care* 2006; 29: 20–25.

36. Teeäär T, Liivak N, Heilman K, Kool P, Šor R, Paal M, Einberg Ü, Tillmann V. Increasing incidence of childhood-onset type 1 diabetes mellitus among Estonian children in 1999–2006. Time trend analysis 1983–2006. *Pediatric Diabetes* 2010; 11: 107–110.

37. Temple MY, Bar-Or O, Riddell MC. The reliability and repeatability of the blood glucose response to prolonged exercise in adolescent boys with IDDM. *Diabetes Care* 1995; 18: 326–332.

38. Tsalikian E, Mauras N, Beck RW, Tamborlane WV, Janz KF, Chase HP, Wysocki T, Weinzimer SA, Buckingham BA, Kollman C, Xing D, Ruedy KJ, Diabetes Research In Children Network Direcnet Study Group. Impact of exercise on overnight glycemic control in children with type 1 diabetes mellitus. *The Journal of Pediatrics* 2005; 147: 528–534.

39. Valerio G, Spaquolo MI, Lombardi F, Spadaro R, Siano M, Franzese A. Physical activity and sports participation in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases* 2007; 17: 376–382.

40. Wanke T, Auinger M, Formanek D, Merkle M, Lahrmann H, Ogris E, Zwick H, Irsigler K. Defective endogenous opioid response to exercise in type I diabetic patients. *Metabolism: clinical and experimental* 1996; 45: 137–142.

41. WHF (World Heart Federation) Cardiovascular health. Cardiovascular disease risk factors, 2013.

<http://www.world-heart-federation.org/cardiovascular-health/cardiovascular-disease-risk-factors/>, 02.04.2013.

SUMMARY

TYPE 1 DIABETES AND PHYSICAL ACTIVITY IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

Type 1 diabetes is a metabolic disease characterised by chronic hyperglycemia due to pancreatic betacell autoimmune destruction and is usually diagnosed in children and adolescents. The incidence rate of type 1 diabetes continues to rise across the world approximately 3–4% each year and the age of onset of the disease becomes younger. This rapid increase might be due to environmental factors such as sedentary lifestyle and changed eating habits. The early age of onset results in a lifetime of exposure to erratic blood glucose levels and an increased risk of complications. The most common complications are due to micro- and macrovascular damage that initiates destruction to organs and other tissues. Long-term complications cause mortality in patients with type 1 diabetes. Regular physical activity is associated with less risk of complications and mortality because it helps to achieve a good metabolic control. A good metabolic control reduces risk of cardiovascular disease and microvascular complications, due to improved bone mineralization reduce osteoporosis risk. Regular physical activity also has psychological benefits, including increased sense of well-being, quality of life, and ability to cope with stress.

The benefits of regular physical activity are well-known however only 38% of diabetic children reach the recommended 60 minutes of physical activity per day. Main cause might be the fear of the physical activity related hypo- and hyperglycemia. To avoid severe hypo- or hyperglycemia it is necessary to monitor blood glucose regularly, have activity and nutritional logs, develop adequate insulin strategies. Only then it is possible for type 1 diabetics to safely participate and enjoy physical activities.

However several adverse events may occur during or after physical exercise, type 1 diabetics should be encouraged to practice sport. Current physical activity recommendations for type 1 diabetic children and adolescents are aerobic exercise with resistance training or aerobic training with high-intensity exercise bouts. Trainings should be regular, if possible organized and programmed, with moderate intensity and medium-long duration, self-monitored, adequately hydrated and fuel integrated.